

OPTIMASI PENGERINGAN PADA PEMBUATAN KARAGINAN DENGAN PROSES EKSTRAKSI DARI RUMPUT LAUT JENIS *Eucheuma cottonii*

Ahmad banadib (L2C005224) dan Khoiruman (L2C005272)

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jln.Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50239

Telp.(024)7460058

ABSTRAK

Salah satu dari banyak hasil laut yang mempunyai nilai ekspor adalah rumput laut atau alga. Salah satu jenis alga yaitu *Eucheuma* (alga merah) merupakan bahan baku penghasil karaginan (carrageenophytes). Karaginan dapat diproduksi melalui proses ekstraksi. Pada penelitian ini, rumput laut *Eucheuma cottonii* dibersihkan dulu, direndam dengan air selama 24 jam, kemudian direndam kembali dengan air kapur. Setelah itu dimasukkan kedalam ekstraktor untuk diekstraksi dengan solven NaOH selama 2 jam pada suhu 90-95°C. Hasil ekstraksi ditambah pengendap untuk diendapkan. Hasil karaginan yang masih berupa gel kemudian dipotong-potong dengan ukuran 4x4x0.5 cm, 4x4x0.8 cm, dan 4x4x1.5 cm untuk dikeringkan dengan alat drying oven pada temperatur yang sudah ditentukan, yaitu 45 °C, 55 °C, dan 60 °C. Sebelum pengeringan sampel ditimbang terlebih dahulu, kemudian setiap interval waktu 30 menit selama proses pengeringan sampel ditimbang hingga mencapai berat yang konstan. Proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh sifat bahan yang dikeringkan dan suhu pengeringan. Hasil pengeringan karaginan yang optimal diperoleh pada kondisi operasi pengeringan pada suhu 55 °C dengan ketebalan bahan 0.5 cm dengan waktu pengeringan 7 jam dan karaginan yang didapat berwarna putih.

Kata Kunci : karaginan, pengeringan, suhu, tebal

1. Pendahuluan

Rumput laut dikenal dengan nama *seaweed* merupakan bagian dari tanaman laut. Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan mentah, seperti agar – agar, karaginan dan algin. Karaginan sangat penting peranannya sebagai *stabilator* (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi, dll. Pada produk makanan, karaginan berfungsi sebagai bahan aditif. Pengeringan setelah proses ekstraksi pada pembuatan karaginan untuk mendapatkan karaginan yang kering dan siap dihaluskan menjadi bubuk biasanya hanya menggunakan bantuan sinar matahari artinya hanya dijemur di tempat terbuka, hal ini terdapat kelemahan-kelemahan diantaranya membuat mutu karaginan menjadi rendah dan strukturnya menjadi rusak dan banyak kendala terutama masalah cuaca dan tempat pengeringannya.

Karaginan merupakan polisakarida yang linier atau lurus, dan merupakan molekul galaktan dengan unit-unit utamanya adalah galaktosa. Karaginan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies tertentu dari kelas *Rhodophyceae* (alga merah). Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat. Karaginan merupakan molekul besar yang terdiri dari lebih 1.000 residu galaktosa. Oleh karena itu variasinya banyak sekali. Karaginan dibagi atas tiga kelompok utama yaitu : *kappa*, *iota*, dan *lambda* karaginan yang memiliki struktur yang jelas. Karaginan dapat diperoleh dari alga merah, salah satu jenisnya adalah dari kelompok *Eucheuma sp.* Karaginan terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Kappa Karaginan

Kappa karaginan tersusun dari (1→3) D galaktosa-4 sulfat dan β (1→4) 3,6 anhydro D Galaktosa. Disamping itu karaginan sering mengandung D Galaktosa-6 sulfat ester dan 3,6 anhydro-D galaktosa 2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya trans-eliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan terbentuknya 3,6 anhydro-D galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah. Dalam air panas larut diatas 60 °C. Stabil dalam keadaan gel. Sedangkan pada air dingin larut dengan penambahan garam natrium, tidak larut dengan penambahan garam K, Ca. Pada pH netral terhidrolisis bila dipanaskan. (Winarno, 1990)

2. Iota Karaginan

Iota karaginan, ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6 anhydro-D galaktosa. Gugusan 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti halnya *kappa* karaginan. *Iota* karaginan sering mengandung beberapa gugusan 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul yang dapat dihilangkan dengan pemberian alkali. (Winarno, 1990)

3. Lambda Karaginan

Lambda karaginan berbeda dengan *kappa* dan *iota* karaginan, karena memiliki sebuah residu *disulphated α* (1→4) D galaktosa. Tidak seperti halnya pada *kappa* dan *iota* karaginan yang selalu memiliki gugus 4-phosphat ester. Posisi dari sulfat terkait dapat dengan mudah ditentukan dengan *infrared spectrophotometer*. (Winarno, 1990)

Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa sari karaginan dapat dipergunakan untuk pembuatan "*dessertgel*" semacam agar untuk hidangan penutup makan. Agar karaginan juga banyak dipergunakan sebagai bahan penambah (aditif) pada berbagai makanan Eropa. Karaginan juga sangat penting di dalam industri makanan Karaginan juga dapat berinteraksi dengan protein membentuk struktur gel yang memberikan sifat kepadatan dan kekenyalan, misalnya diaplikasikan dalam mie basah.

Dalam pembuatan karaginan terdapat proses pengeringan untuk mendapatkan karaginan yang kering dan siap dihaluskan. Hal yang diinginkan dalam proses pengeringan adalah keluarnya air dari dalam bahan yang dikeringkan ke lingkungannya, sedangkan cara yang ditempuh untuk mencapai hal ini amatlah bervariasi, disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan. Ada yang menggunakan panas matahari, panas buatan oleh heater, sistem vakum, atau kombinasi keduanya.

Air yang berada di permukaan bahan (yang dikeringkan) menguap ke udara, sehingga menghasilkan daerah yang memiliki tekanan uap air yang rendah di permukaan. Hal ini menyebabkan adanya beda potensial antara bagian permukaan bahan yang bertekanan uap air rendah dengan bagian dalam yang tekanan uap airnya masih relatif tinggi, sehingga terbentuklah 'gradien tekanan'. Gradien tekanan inilah yang menjadi tenaga pendorong bagi air untuk berpindah dari bagian dalam bahan ke permukaan.

Mekanisme pengeringan dapat diterangkan dengan teori perpindahan massa dimana peristiwa lepasnya molekul air dari permukaan tergantung dari bentuk dan luas permukaan. Bila suatu bahan sangat basah/lapisan air yang menyelimuti bahan itu tebal, maka akan menarik molekul-molekul air dari permukaan datar. Bila pengeringan diteruskan, kecepatan penguapan air yang lepas dari molekul akan tetap sama. Setelah molekul-molekul air yang membentuk lapisan pada permukaan datar habis, luas permukaan akan naik karena titik-titik dari permukaan butir jadi rata yang akan memperluas permukaannya sehingga dalam pengeringan ada 2 macam mekanisme yaitu mekanisme penguapan dengan kecepatan tetap (*constant rate period*) dan mekanisme penguapan dengan kecepatan tidak tetap (*falling rate period*).

Pada *constant rate period*, umumnya selama pengeringan berlangsung, bahan akan selalu berada dengan cairan sampai titik kritis yaitu suatu titik dimana permukaan bahan sudah tidak sempurna basah. Setelah titik kritis tercapai, mulailah periode penurunan kecepatan sampai larutan habis teruapkan. Pada proses ini, hubungan antara *moisture content* dengan *drying rate* dapat berupa garis lurus/garis lengkung yang patah. Kecepatan penguapan pada periode tidak tetap bergantung pada zat padatnya, juga cairannya. Pada permukaan zat padat, makin besar akan makin cepat jika dibandingkan dengan permukaan zat yang lebih luas

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari fenomena perpindahan masa pada pengeringan karaginan serta mengetahui pengaruh ketebalan gel karaginan dan suhu proses pengeringan karaginan terhadap waktu pengeringan dan warna produk karaginan. Selain itu juga diharapkan dari hasil penelitian dapat meningkatkan nilai tambah dari pengolahan rumput laut terutama dari proses pengeringannya. Selain itu diharapkan pula dapat mengoptimalkan produksi karaginan yang berkualitas dan bernilai ekspor yang tinggi.

2. Metodologi Percobaan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut jenis *euchema cottoni* sebagai bahan baku utama, larutan NaOH 0.1 % sebagai solvent, pengendap yang berupa etanol 96%, serta H₂O₂ sebagai pemutih.

Alat yang digunakan dalam pembuatan karaginan adalah kompor listrik, termometer, pengaduk, ekstraktor, timbangan dan saringan vacuum. Alat yang digunakan untuk pengeringan hasil ekstraksi rumput laut adalah drying oven.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan Karaginan



Gambar 2. Alat Pengeringan

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu ekstraksi rumput laut menjadi karaginan serta pengeringan karaginan pada suhu 45°C , 55°C dan 60°C . Pada proses ekstraksi karaginan, rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* diekstraksi dalam larutan NaOH 0.1 % selama 2 jam pada suhu $90-95^{\circ}\text{C}$, larutan ekstrak kemudian disaring dengan kain blacu menggunakan saringan penghisap, filtrate yang diperoleh diambil dan dinetralkan serta ditambahkan H_2O_2 sebagai pemutih untuk kemudian diendapkan selama 24 jam dengan menambahkan larutan etanol.

Hasil ekstraksi yang telah diendapkan selama 24 jam akan membentuk gel karaginan yang kemudian dilakukan proses pengeringan gel karaginan. Sebelum bahan (gel karaginan) dikeringkan didalam drying oven, terlebih dahulu bahan dipotong-potong dengan ukuran dan ketebalan tertentu, yaitu 0.5 cm, 0.8 cm, dan 1.5 cm, kemudian dihitung masing-masing kadar airnya. Selama pengeringan, bahan ditimbang setiap interval waktu 30 menit. Pengeringan dihentikan setelah mencapai berat konstan. Data-data yang diperoleh dibuat grafik laju pengeringan (R) vs moisture content (x), selanjutnya dapat diketahui besarnya R_c (laju pengeringan konstan) setelah grafik tersebut dinormalisasi. Optimasi pengeringan didasarkan pada waktu pengeringan dan warna karaginan.

3. Hasil dan Pembahasan

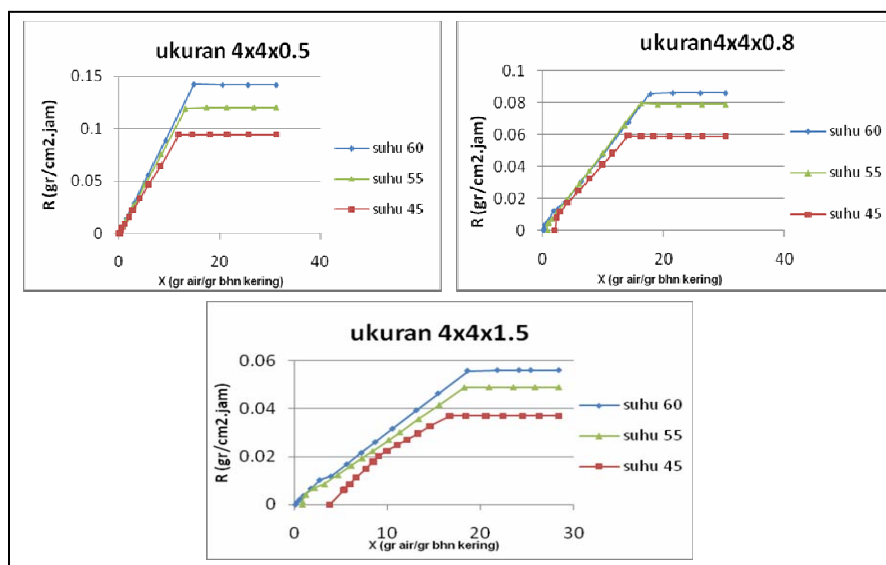
Dalam operasi pengeringan karaginan terdapat beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan, diantaranya: konstanta pengeringan yang meliputi kecepatan pengeringan pada periode konstan (R_c), critical moisture content (X_c), dan equilibrium moisture content (X_e'); waktu pengeringan konstan (θ_c); dan warna produk karaginan.

Pengaruh Kondisi Operasi Pengeringan Karaginan Terhadap Konstanta Pengeringan (R_c , X_c dan X_e')

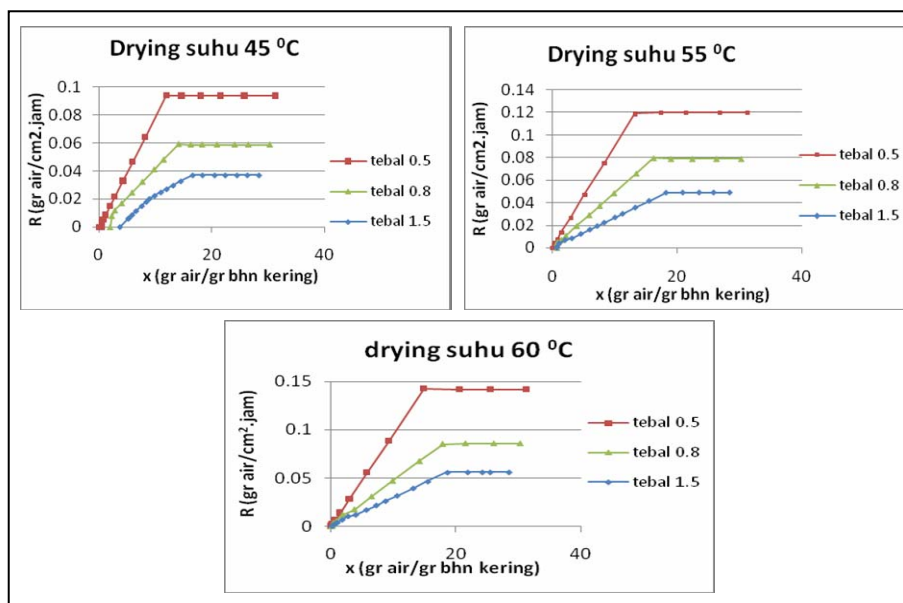
Kondisi operasi pengeringan dipengaruhi oleh ketebalan bahan dan suhu pengeringan. Variasi ukuran bahan adalah 0.5 cm, 0.8 cm, 1.5 cm dan variasi suhu operasi pengeringan adalah 45°C , 55°C , 60°C . Sedangkan pengaruh ukuran bahan pada suhu tetap terhadap Konstanta Pengeringan (R_c , X_c , dan X_e') dan pengaruh suhu pengeringan pada ketebalan tetap terhadap Konstanta Pengeringan (R_c , X_c , dan X_e') dapat ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 3,4 dibawah ini:

Tabel 1. harga konstanta pengeringan karaginan tiap variable

| No | Ukuran bahan | Suhu pengeringan | R_c (gr/cm ² .jam) | X_c | X_e' |
|----|--------------|----------------------|---------------------------------|-------|--------|
| 1 | 4x4x0.5 | 45°C | 0.094 | 11.9 | 0.366 |
| 2 | 4x4x0.5 | 55°C | 0.12 | 13.2 | 0.245 |
| 3 | 4x4x0.5 | 60°C | 0.142 | 14.8 | 0.057 |
| 4 | 4x4x0.8 | 45°C | 0.059 | 14.1 | 2 |
| 5 | 4x4x0.8 | 55°C | 0.079 | 16.2 | 0.77 |
| 6 | 4x4x0.8 | 60°C | 0.086 | 17.8 | 0.083 |
| 7 | 4x4x1.5 | 45°C | 0.037 | 16.6 | 5.2 |
| 8 | 4x4x1.5 | 55°C | 0.049 | 18.2 | 0.77 |
| 9 | 4x4x1.5 | 60°C | 0.056 | 18.6 | 0.11 |



Gambar 3. Hubungan X vs R Dengan Variasi Suhu Pada Beberapa Ketebalan Tetap Setelah Normalisasi.



Gambar 4. Hubungan X vs R Dengan Variasi Ketebalan Pada Beberapa Suhu Tetap Setelah Normalisasi.

Laju pengeringan pada periode konstan (R_c) adalah peristiwa dimana kecepatan pengeringan berjalan dalam keadaan konstan selama periode waktu tertentu, pada kondisi ini laju penguapan cairan pada permukaan zat padat sama dengan laju difusi cairan dari dalam padatan ke permukaan padatan. Dari gambar 3 menunjukkan bahwa kenaikan suhu pada proses pengeringan karaginan berpengaruh terhadap perubahan harga R_c . Semakin besar suhu maka laju pengeringan pada periode konstan (R_c) semakin tinggi pula, hal ini karena semakin besar suhu maka panas yang diterima oleh permukaan padat semakin besar sehingga laju penguapan air per luas permukaan maka Laju pengeringan pada periode konstan (R_c) berkurang, hal ini karena ketebalan bahan gel karaginan berkaitan erat dengan banyaknya ikatan yang membentuk gel tersebut sehingga air yang terjebak di dalam gel tersebut cenderung sulit untuk diuapkan.

Kandungan air pada kondisi kritis / critical moisture content (X_c) adalah titik dimana periode constant rate berakhir. Pada titik ini laju perpindahan (difusi) cairan ke permukaan padatan tidak cukup mengganti cairan yang diuapkan akibat proses drying. Dari gambar 3 dan 4 di atas didapatkan nilai X_c terbesar pada kondisi suhu pengeringan 60 °C dengan ketebalan karaginan 1.5 cm, yaitu $X_c = 18.6$ dan nilai X_c terendah pada kondisi suhu pengeringan 45 °C dengan ketebalan karaginan 0.5 cm. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan bahan serta suhu yang tinggi mengakibatkan nilai X_c yang tinggi, ini karena pada suhu tinggi laju penguapan cairan per satuan luas tiap jamnya semakin besar. Di lain pihak semakin tebal karaginan maka laju difusi cairan ke permukaan semakin terhambat sehingga kecepatan air yang menguap semakin tidak cukup digantikan oleh laju difusi air ke permukaan karaginan, oleh karena itu X_c akan lebih cepat tercapai (X_c besar).

Equilibrium moisture content (X_e) adalah titik dimana harga X (kandungan air tiap satuan berat bahan kering) sudah tidak dipengaruhi oleh waktu pengeringan, pada kondisi ini harga X cenderung konstan atau batas dimana bahan tidak dapat dikeringkan lagi oleh kondisi operasi yang diberikan. Pada penelitian ini suhu dan ketebalan bahan memberikan pengaruh terhadap besarnya nilai X_e yaitu semakin rendah suhu pengeringan dan semakin tebal bahan maka didapatkan harga X_e yang paling besar, ini karena laju penguapan semakin rendah dan kandungan “bound moisture”, yaitu kandungan air di dalam bahan, lebih banyak.

Pengaruh Kondisi Pengeringan Karaginan Terhadap Waktu Pengeringan.

Dalam operasi pengeringan, waktu pengeringan pada umumnya dibagi menjadi dua periode yaitu constant rate periode dan falling rate periode. Constant rate periode yaitu rentang waktu dimana laju pengeringan berjalan konstan sedangkan falling rate periode didefinisikan sebagai rentang waktu ketika laju pengeringan mengalami penurunan hingga titik keseimbangan. Constant rate periode umumnya cenderung lebih singkat dibandingkan falling rate periode, karena pengeringan terjadi pada lapisan permukaan padatan saja. Seperti data hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Tabel pengaruh kondisi pengeringan karaginan terhadap waktu pengeringan

| No | Ketebalan Bahan (cm) | Suhu Pengeringan ($^{\circ}\text{C}$) | Θ_c (jam) | Θ_f (jam) |
|----|----------------------|---|------------------|------------------|
| 1 | 0.5 | 45 | 0.875 | 6.125 |
| 2 | 0.5 | 55 | 0.62 | 5.38 |
| 3 | 0.5 | 60 | 0.58 | 5.42 |
| 4 | 0.8 | 45 | 1.65 | 5.85 |
| 5 | 0.8 | 55 | 1.47 | 6.03 |
| 6 | 0.8 | 60 | 0.82 | 5.68 |
| 7 | 1.5 | 45 | 2.76 | 6.24 |
| 8 | 1.5 | 55 | 1.73 | 6.77 |
| 9 | 1.5 | 60 | 1.41 | 7.09 |

Dari Tabel 2. menunjukkan bahwa waktu constant rate yang paling besar pada sampel karaginan dengan ketebalan tinggi dan suhu penguapan rendah, ini dikarenakan pada kondisi itu laju pengeringan pada periode konstan (R_c) mempunyai harga yang paling rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu constant rate sangat dipengaruhi oleh laju pengeringan konstan (R_c). Sesuai dengan persamaan berikut:

$$\Theta_c = \frac{-W_s}{A \cdot R_c} (X_c - X_1)$$

Sedangkan pada falling rate periode cenderung dipengaruhi oleh struktur bahan, bahan yang lebih tebal akan lebih lama masa falling ratenya karena air yang terjebak di dalam bahan lebih banyak.

Pengaruh Kondisi Pengeringan Terhadap Warna Karaginan.

Pada proses pengeringan, salah satu parameter kondisi pengeringan adalah tidak terjadinya perubahan struktur ataupun warna hasil pengeringan. Dalam penelitian ini suhu pengeringan berpengaruh terhadap warna karaginan yang diperoleh. Pengeringan pada suhu 60°C didapatkan karaginan yang berwarna buram, oleh karena itu kami menyimpulkan bahwa karaginan adalah senyawa yang peka terhadap perubahan suhu yang cukup tinggi karena akan menyebabkan perubahan warna karaginan menjadi buram (Browning).

Sedangkan untuk perubahan ketebalan bahan, dalam pengeringan karaginan ini tidak memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap perubahan warna karaginan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh kondisi operasi pengeringan terhadap warna hasil pengeringan

| No | Ketebalan Bahan (cm) | Suhu Pengeringan ($^{\circ}\text{C}$) | Warna |
|----|----------------------|---|-------|
| 1 | 0.5 | 45 | Putih |
| 2 | 0.5 | 55 | Putih |
| 3 | 0.5 | 60 | Buram |
| 4 | 0.8 | 45 | Putih |
| 5 | 0.8 | 55 | Putih |
| 6 | 0.8 | 60 | Buram |
| 7 | 1.5 | 45 | Putih |
| 8 | 1.5 | 55 | Putih |
| 9 | 1.5 | 60 | Buram |

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan harga konstanta pengeringan karaginan (R_c , X_c , dan X_e') dipengaruhi oleh sifat bahan dan suhu pengeringan. Harga R_c sebanding dengan suhu pengeringan dan berbanding terbalik dengan ketebalan bahan, harga X_c sebanding dengan suhu pengeringan maupun ketebalan bahan, sedangkan untuk harga X_e' berbanding terbalik dengan suhu pengeringan dan sebanding dengan ketebalan bahan. Warna hasil karaginan pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh suhu pengeringan. Kondisi operasi yang paling optimal dari penelitian ini adalah

pengeringan pada suhu 55 °C dan ketebalan 0.5 cm dengan waktu pengeringan selama 7 jam dan karaginan hasil pengeringan berwarna putih.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ibu Aji Prasetyaningrum, ST, Msi selaku dosen pembimbing, pusat kajian rumput laut kabupaten jepara pimpinan Bapak Murtoyo dan semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu atas bantuan dan dukungan dalam penelitian ini.

Daftar Notasi

- X_c = moisture content pada akhir periode konstan, gr air/gr bahan kering
 X_1 = moisture content pada awal proses pengeringan, gr air/gr bahan kering.
 Θ_c = waktu constant rate, jam
 W_s = berat bahan kering, gram
 A = luas permukaan bahan, cm^2 .
 R_c = laju pengeringan constant, $\text{gr}/\text{cm}^2 \cdot \text{jam}$

DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, M., (1998), "*Budidaya Rumput Laut*", Kanisius, Yogyakarta, hal. 89.
 Badger, W.L. and Banchero, (1976), "Introduction to Chemical Engineering", Mc.Graw Hill Book Co, Tokyo.
 Brown, G G, (1950), "*Unit Operations*", Modern Asia Edition, John Wiley & Sons, New York.
 Fardiaz D., (1989), "*Hidrokoloid*", Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor, hal. 13-175.
 Foust, Alan S. Wenzel, L A. Curtis, W C. Louis Maus. L Brice A., (1960), "*Principles of Unit Operations*", 2nd ed, John Wiley & Sons, New York.
 Glicksman M., (1969), "*Gum Technology in the Food Industry*", Academic Press, New York, page 214 - 224.
<http://www.wikipedia.org>
 Istini Sri, A. Zatinika dan Suhaimi., (2005), "*Manfaat Dan Pengolahan Rumput Laut*", ITB.
 Mubarak H, Soegiarto A, Sulisty, Atmadja WS., (1990), "*Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut*", Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian, IDRC-INFIS, Jakarta, hal. 34.
 Othmer., (1968), "*Seaweeds Colloids*", Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 17, hal. 763-784.
 Perry, R H., (1976), "*Chemical Engineer Hand Book*", 5rd ed, Mc Graw Hill Bookco, Kogakusha, Tokyo.
 Prasetyaningrum, Aji., Nur Rokhati, Faizun, Masruchin., (2003), "*Optimasi Kondisi Operasi dan Penetapan Harga Koefisien Perpindahan Massa (Ky) Pada Proses Pengeringan Empon-Empon Dengan Cabinet Drier*". Prosiding SRKP, hal. A-10-1 – A-10-5.
 Treybal, R.E., (1976), "Mass Transfer Operation", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Co, Tokyo.
 Winarno F.G., (1990), "*Teknologi Pengolahan Rumput Laut*", Edisi I, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.